

Соединение жил проводов сваркой

Занятие № 8

Нормативные документы

- Согласно Правилам Устройства Электроустановок (п2.1.21): соединение, ответвление и оконцевание жил проводов и кабелей должны производиться при помощи опрессовки, сварки, пайки или сжимов (винтовых, болтовых и т.п.) в соответствии с действующими инструкциями.
- **1.10-07 «Инструкция по сварке цветных металлов в электромонтажном производстве»**

В практике неразъемные соединения выполняются различными способами:

- электрической, газовой или термитной сваркой;
- опрессовкой в гильзах методом местного вдавливания;
- болтовыми или винтовыми сжимами, скруткой.

Наиболее прогрессивными способами соединения и ответвления токопроводящих жил проводов является сварка и опрессовка.

Требования к электрическому контакту

К первому классу относят контактные соединения цепей, сечение проводников которое выбрано по допустимым длительным токовым нагрузкам.

Ко второму – контактные соединения цепей, сечение проводников которых выбрано по стойкости к сквозным токам, потерь и отклонений напряжения, механической прочности, защите от перегрузок.

К третьему – контактные соединения цепей с электротехническими устройствами, устройства которых связано с выделением большого количества теплоты.

Технические требования

Требования к электрическим параметрам заключается в том, что в контактных соединениях сравнивается электрическое сопротивление всей длины участка соединяемых проводов с электрическим сопротивлением участка такого же размера соединяемого проводника.

Во всех случаях (кроме сварки и спайки) электрическое сопротивление не должно превышать начального значение более чем в 1.5 раза, а при выполнении соединений пайкой и сваркой – не изменяется.

Технические требования

Надежность электрического соединения зависит от его температуры.

При прохождении номинального тока температура контактных соединений **первого и второго классов**, относительно температуры окружающего воздуха в электроустановках до 1000В, не должна превышать:

55 °С – для соединяемых проводников из меди, алюмомеди, алюминия и его сплавов без защитных напряжений рабочих поверхностей;

65 °С – для проводников из меди, алюмомеди, алюминия и его сплавов защитными покрытиями неблагородными металлами;

95 °С – для проводников из меди и ее сплавов без изоляции или с изоляцией классов В, F и H с защитным покрытием серебром.

Температура контактных соединений **3 класса** зависит от

применяемых
присоединяемых

Класс изоляции	У	А	Е	В	Ф	Н	С
Пределльная температура при длительной работе, °С	90	105	120	130	155	180	Более 180

Технические требования

Требования устойчивости к механическим факторам следующие.

Контактные соединения должны выдерживать воздействие механических факторов внешней среды и статических осевых нагрузок на расстояние.

Болты рекомендуется затягивать моментными индикаторными ключами, которые подбирают в зависимости от диаметра болтов. Все разборные контактные соединения проводников с выводами, а также разборные контактные соединения подверженные вибрации, должны быть предохранены контргайками, шайбами, тарельчатыми пружинами.

Общие сведения о применении сварки

Процесс получения неразъемного соединения твердых металлов, осуществляемый при использовании междоатомных сил сцепления, называют сваркой.

Сварка плавлением имеет универсальное применение, а сварка давлением используется для соединения пластичных металлов — алюминия, меди и др.

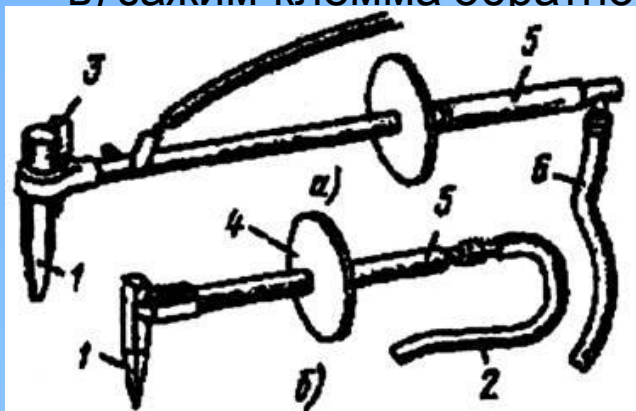
Электросварка контактным разогревом

Электросварка контактным разогревом применяется для:

- соединения многопроволочных алюминиевых жил суммарным сечением 32-240 мм² сплавлением по торцам в общий монокристаллический стержень;
- оконцевания жил наконечниками типа Л;
- соединения однопроволочных жил проводов сетей освещения в скрутке.

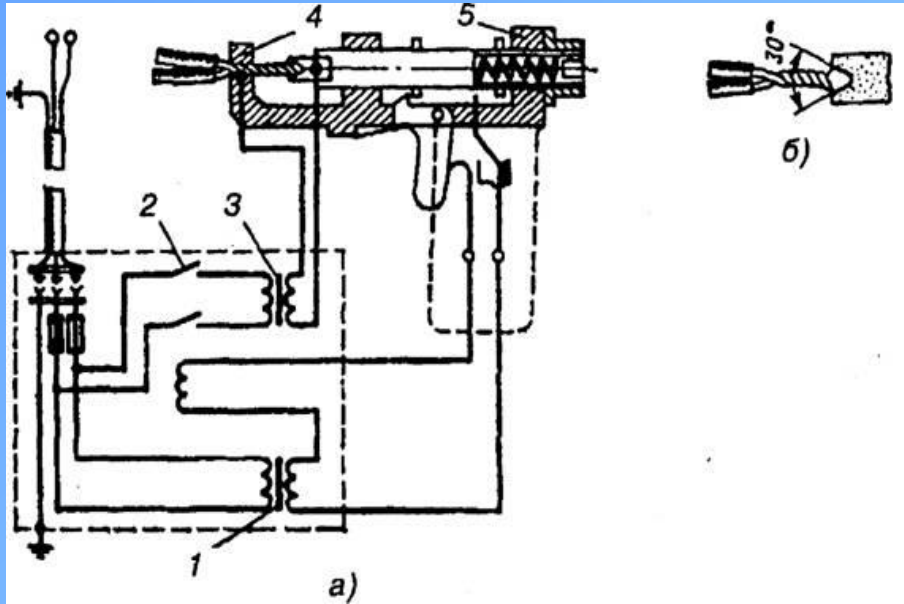
Для этого вида сварки необходимо следующее оборудование и инструмент:

- а) трансформатор мощностью не менее 2 кВА с выходным напряжением 8-9 В;
- б) электрододержатель ;
- в) зажим-клемма обратного сварочного провода.



а - на токи 800 А и более с воздушным охлаждением; б - на токи до 800 А. 1 - угольный электрод; 2 - токоподводящий провод; 3 - клин; 4 - щиток; 5 - рукоятка из теплоизолирующего изоляционного материала; 6 - шланг для воздуха

Электросварку соединений и отверстий алюминиевых однопроволочных жил суммарным сечением в скрутке до $12,5 \text{ мм}^2$ выполняют аппаратом ВКЗ без флюса.

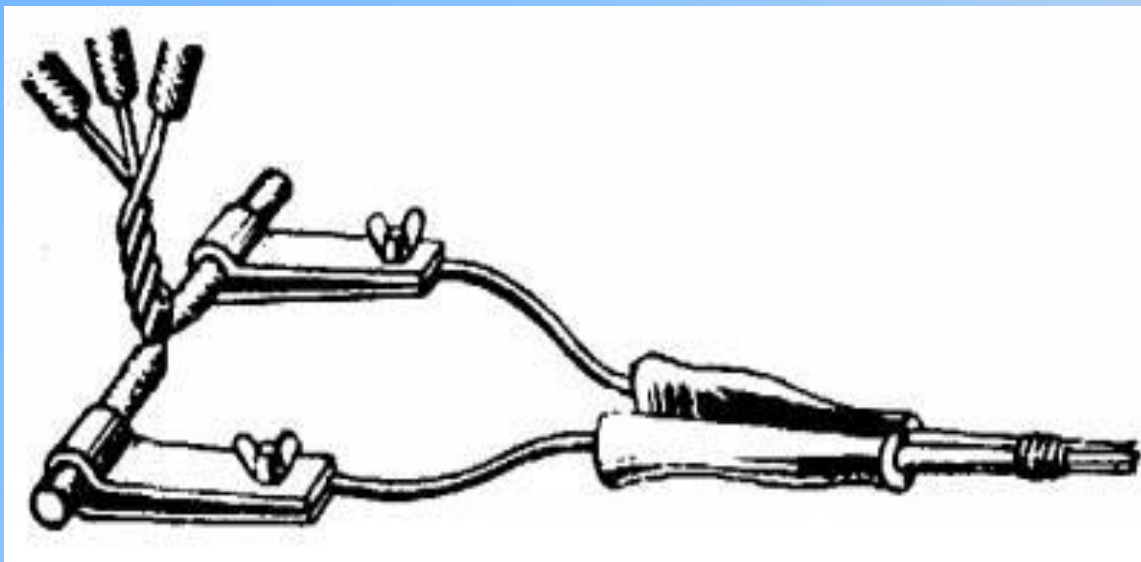


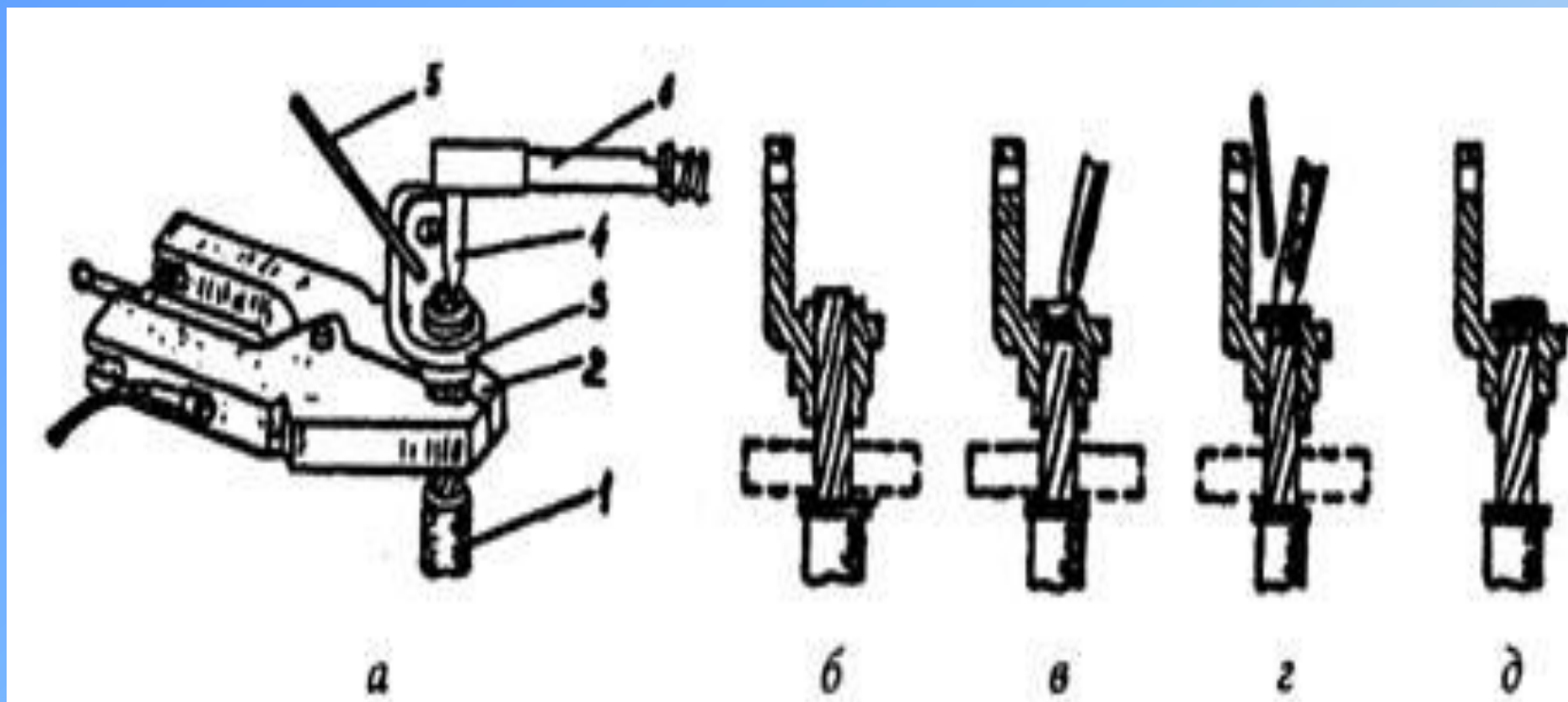
Угольный электрод отводят назад и скрученные жилы зажимают губками держателя так, чтобы их торцы упирались в лунку угольного электрода. После этого включают прибор, нажимая на спусковой крючок. Под действием пружины и по мере расплавления торцов жил угольный электрод продвигается вперед и сваривает их.

Сварка автоматически прекращается в момент оплавления соединяемых жил на заданную длину. Место соединения изолируют лентой или полиэтиленовым колпачком.

Рисунок – Схема автоматической сварки контактным разогревом алюминиевых жил с применением аппарата ВКЗ: а – аппарат, б – положение свариваемых жил в угольном электроде, 1 – трансформатор управления, 2 – реле включения, 3 – сварочный трансформатор, 4 – держатель свариваемых проводов, 5 – сварочный

В монтажной зоне сварку алюминиевых и медных однопроволочных жил контактным разогревом производят клещами с двумя угольными электродами, подключенными к полюсам обмотки трансформатора с вторичным напряжением 9—12 В (рисунок 3). Мощность трансформатора 0,5 кВ*А. Изоляцию предварительно снимают с концов жил на длину 25—30 мм, скрученные жилы располагают вертикально торцами вниз, подводят электроды, сближая их до соприкосновения между собой и скруткой.





Приварка литого алюминиевого наконечника к алюминиевой жиле контактным разогревом

а- положение жилы, электрода и охладителя при сварке;

в - расплавление торца жилы;

г - введение присадки и расплавление венчика наконечника;

д – готовое соединение

1 - жила; 2 - охладитель; 3 - наконечник; 4 - угольный электрод; 5 - присадка; 6 - электрододержатель

Сварка скруток проводов

Необходимые для работы инструменты и материалы

Для проведения работ по сварке проводов необходимы следующие приборы, инструменты и материалы:

- Сварочный аппарат
- Электроды для сварки проводов
- Защитные очки
- Плоскогубцы и бокорезы
- Флюс для сварки алюминия

Сварочный аппарат

Сварочный аппарат для работы с электропроводами должен быть компактным, иметь регулировку параметров и работать в диапазоне:

Сила тока 30 – 90 Ампер (А)

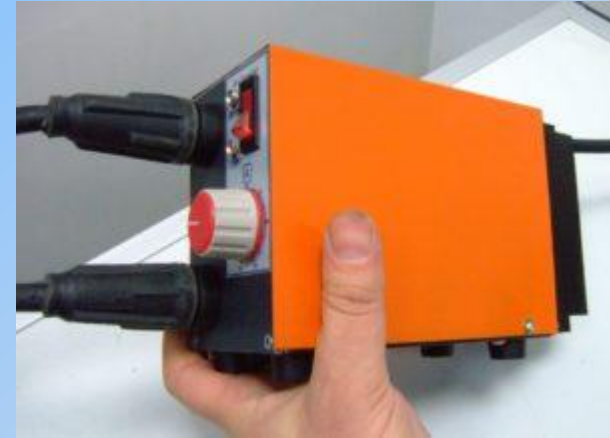
Напряжение 12 – 36 Вольт (В)

Потребление мощности 1 – 1.5 Киловатта (КВт)

Использование переменного и постоянного тока.

Сварочные аппараты комплектуются двумя силовыми кабелями (масса для скрутки, держатель электрода).

Популярные марки Дон, ТС 700 – 1, ТС 700 – 2. Существует множество самодельных конструкций с использованием понижающего трансформатора, но рекомендуется сертифицированные.



Электроды для сварки проводов

Электроды для сварки проводов определяют качество и удобство работы.

Вам понадобятся электроды графитовые (сварка алюминия) и медно – графитовые (сварка меди).

Графитовые электроды при помощи флюса сварят алюминиевую скрутку до 20 мм диаметром.

Графитовые омеднённые электроды предназначены для сварки медных скруток без применения флюса. Диаметр скрутки до 18 мм.

В народе тип этих электродов называют карандашами.

Перед покупкой учитывайте модель Вашего сварочника и специфику соединения.



ТБ и инструменты

- **Защитные средства**

Защитные средства необходимы при работе по электромонтажу! Уделите внимание изоляции ручек плоскогубцев и кусачек, устойчивости стремянки и надёжной фиксации защитных очков.

- **Ручной инструмент**

Плоскогубцы и бокорезы понадобятся для подготовки проводов и устройства скрутки.

Иногда плоскогубцы используют в качестве клеммы заземления. Бокорезы помогут сделать ровный плоский торец провода, что очень важно для качества сварки.



Сварка алюминиевых проводов

Основными сложностями при сварке алюминия являются быстрое образование оксидной плёнки и относительно низкая температура плавления. Использование флюсов предотвращает окисление при работе, а использование сварочного аппарата в режиме пониженной мощности не приводит к текучести провода от перегрева.

Перед сваркой нужно зачистить провода от изоляции на 50 – 70 мм и оксидной плёнки на 20 -30 мм и произвести скрутку. Торцовая плоскость должна быть ровной и чистой. Скрутка производится перед непосредственным выполнением сварки. В углубление электрода необходимо внести флюс. Затем быстрым движением, не допуская перегрева, скользящим касанием вдоль торца сварить провода. Время касания не должно превышать 2 – 3 секунды. Поверхность - равномерность образованной капли.

После остывания соединение нужно заизолировать



Сварка медных проводов

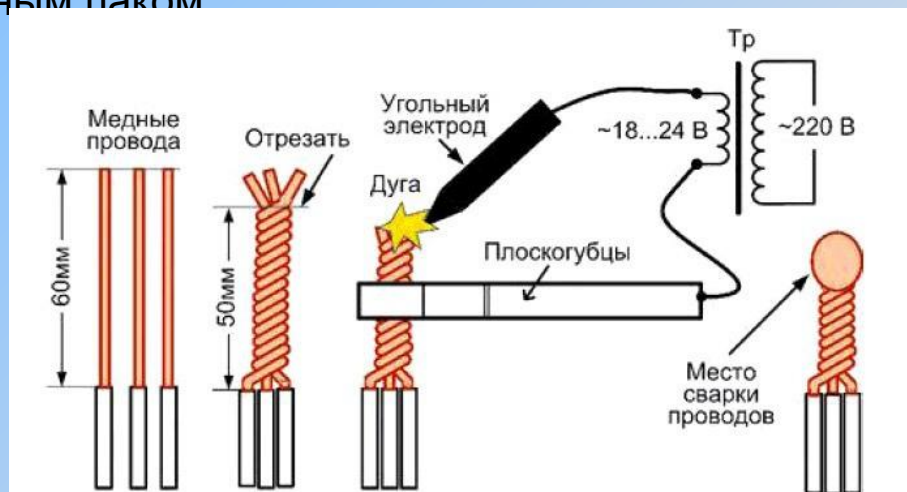
Для сварки медных проводов удобнее всего использовать инверторный сварочный аппарат. Сварка производится угольно – медными электродами. Время сварки — не более трёх секунд.

Требования по подготовке скрутки такие же, как и для алюминиевых проводов. Применение сварочного флюса здесь необязательно, достаточно удалить оксидную плёнку, зачистив провода до блеска. Можно обработать зачищенные провода растворителем. К сварке приступать нужно сразу после подготовки, не давая образоваться окислению.

Придерживать провода плоскогубцами, беречь пальцы от ожога.

Оптимальная продолжительность контакта – 2 секунды. Полученная металлическая капля и будет узлом однородного соединения проводки.

Соединение должен остыть естественным способом, после чего надо заизолировать лентой или специальным паком



ТС 700-2 – это компактный переносной аппарат для сварки скруток медных и алюминиевых(с использованием флюса) жил, общим сечением не более 24 кв.мм. Такой аппарат в первую очередь необходим для электриков, т.к. обеспечивает наилучшее соединение проводов в распределительных коробах, эл. щитах, шкафов и др.п.



Сварка металлов в среде защитного газа

- Сварку алюминия в среде аргона производят алюминиевым плавящимся электродом, сварку меди — медным.
- Сварку неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона применяют для соединения алюминия и меди.

Флюс не применяют, так как электрическая дуга горит в среде нейтрального газа, который защищает место сварки от окисления атмосферным воздухом.

Обеспечивает высокую коррозионную стойкость сварных соединений.

Этот способ контактных соединений в монтажной зоне выполняют монтажными ранцевыми полуавтоматами ПРМ. Сварку производят на постоянном токе от сварочных вращающихся или статических преобразователей. Кассета со сварочной проволокой и подающий механизм смонтированы в ранце, закрепляемом плечевыми ремнями. Проволока подается к сварочному пистолету через резиновый шланг. При нажатии кнопки на пистолете сначала открывается клапан подачи аргона, затем включается цепь сварочного тока и пускается механизм подачи проволоки.

В электромонтажном производстве при изготовлении в МЭЗ тонколистовых конструкций (лист толщиной 2—3 мм) широкое распространение получила полуавтоматическая электросварка стали в среде защитного углекислого газа

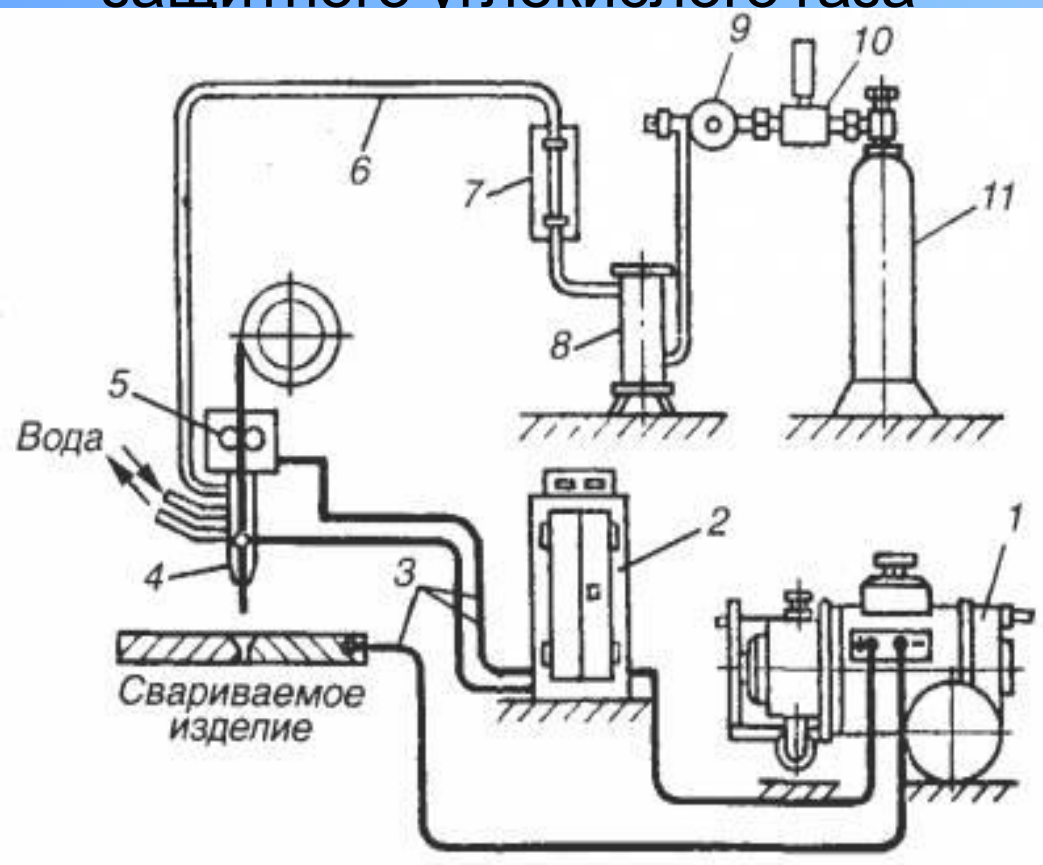


Рисунок – Пост полуавтоматической сварки электродом (в среде защитного газа):

- 1—источник тока,
- 2 — шкаф, 3 — кабель,
- 4 — горелка, 5 — механизм подачи электродной проволоки,
- 6—шланг для газа,
- 7—ротаметр, 8 — осушитель газа,
- 9— газовый редуктор,
- 10 — подогреватель газа,
- 11 — баллон с защитным газом

Сварочный полуавтомат **ПРМ-4** предназначен для полуавтоматической плавящимся электродом в среде защитных газов конструкций толщиной 1-50 мм из алюминия, меди и их сплавов в монтажных и стационарных условиях сварки. Его можно использовать при сварке стальных конструкций.

Технические характеристики:

- Диаметр электродной проволоки: 0.8-2.0
- Напряжение питания: 220 В
- Масса: 26 кг



Термитная сварка

Термитная сварка — процесс сварки металлических деталей жидким металлом заданного химического состава, получаемого в результате термитной (алюминотермической) реакции.

Соединения алюминиевых жил сечением 16—800 мм² встык и приварку наконечников ЛС на жилах сечением 300— 800 мм² производят термитными патронами ПА.

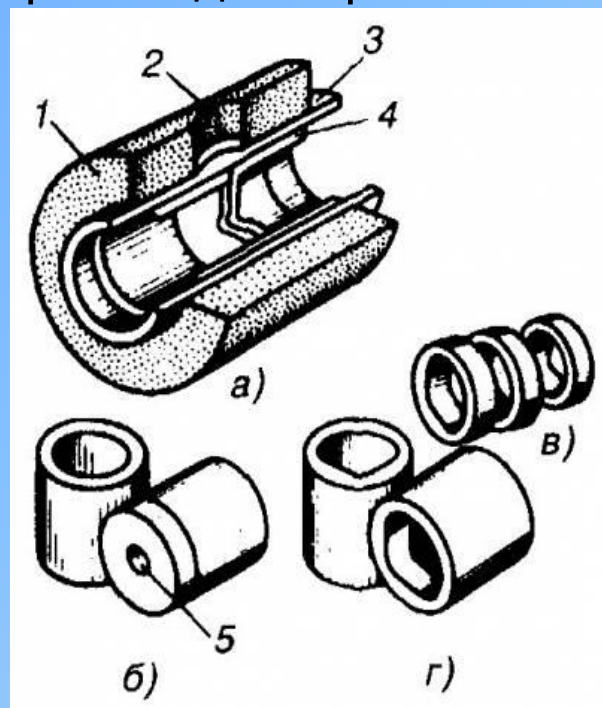


Рисунок – Патрон ПА (а) и детали к нему для термитной сварки, б — алюминиевые колпачки к патрону, в, г — алюминиевые шайбы и втулки: 1 — термитный муфель, 2—литниковое отверстие, 3 — стальной кокиль, 4 — втулка, 5—отверстие в доньшке втулки для контроля глубины вхождения в него жил

Термитная сварка

Жилы зачищают, обезжиривают и покрывают тонким слоем флюса ВАМИ (хлористый калий — 50%, хлористый натрий — 30%, криолит — 20% по массе). На концы жил насаживают алюминиевые колпачки или секторные втулки (предохраняют поверхность жил от непосредственного соприкосновения с кокилем патрона). Затем мелом покрывают внутреннюю поверхность кокиля, устанавливают охладители и экраны, выполняют уплотнения асбестовым шнуром. Для поджигания термитных патронов используют специальные спички.

По мере горения муфеля в кокиль сплавляют присадочный пруток, а образовавшуюся сварочную массу тщательно перемешивают. После кристаллизации расплавленного металла удаляют литниковую прибыль и закругляют кромки монолитной цилиндрической части сварного соединения. Место соединения зачищают стальной щеткой, протирают салфеткой, смоченной в бензине или ацетоне, до полного удаления шлаков и опилок.

Технологические операции, выполняемые при термитной сварке

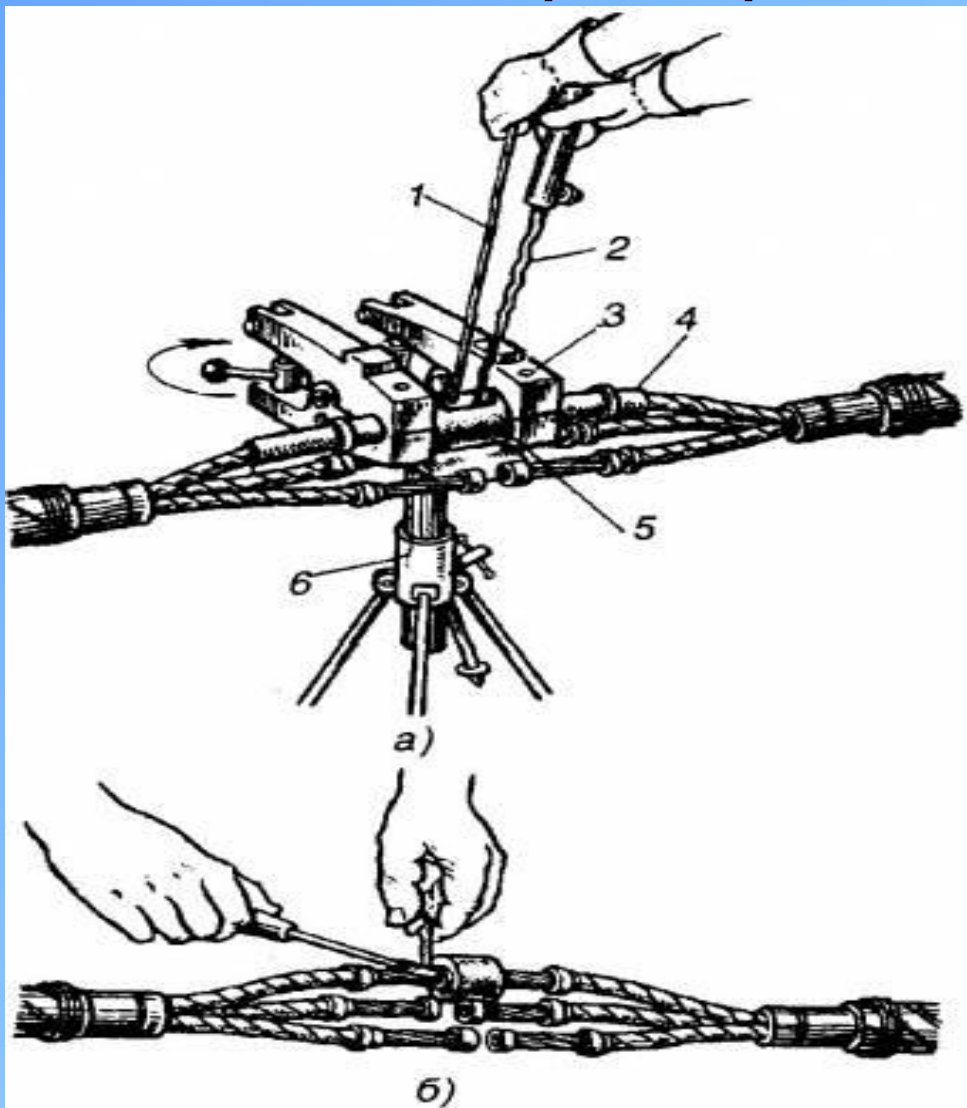


Рисунок – Термитная сварка жил:

а — ввод присадочного прутка и перемешивание расплава,
б—уплотнение кокилей шнуровым асбестом;

1 — мешалка,
2— присадочный пруток,
3— охладитель,
4— экран для тепловой защиты жил,
5 — термитный патрон,
6— штатив

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

- Во всех случаях основным методом контроля является внешний осмотр соединений, который производят после удаления шлака, брызг металла и остатков флюса. Размеры швов определяются с помощью измерительных инструментов и шаблонов.
- Сварные швы должны иметь равномерно-чешуйчатую поверхность без наплывов и плавный переход к основному металлу. Швы не должны иметь трещин, прожогов, не проваров длиной более 10 % длины шва, но не более 30 мм, незаплавленных кратеров и подрезов глубиной более 0,1 толщины шины, но не более 3 мм. Сварные соединения компенсаторов не должны иметь подрезов и непроваров на лентах основного пакета.
- Электрическое сопротивление сварного соединения, в соответствии с [ГОСТ10434-82](#), не должно превышать электрического сопротивления участка соединяемых шин или проводов, длина которого равна длине сварного соединения с учетом категоричности соединения.
- Проверка механических свойств соединений производится по [ГОСТ6996-66](#)

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Сварочные работы при изготовлении и монтаже ошиновки, проводов и кабельных линий должны производиться с соблюдением требований [ГОСТ12.1.013-78](#), [ГОСТ12.3.002-75](#)*. [ГОСТ 12.3.003-86](#), [ГОСТР 12.3.048-2002](#), [СНиП12-03-2001](#), [СНиП12-04-2002](#), «Правил техники безопасности при электромонтажных и наладочных работах», «Правил пожарной безопасности в РФ» - [ППБ 01-03](#).

При выполнении газовой сварки необходимо соблюдать требования «Правил безопасности в газовом хозяйстве» и «Правил пожарной безопасности при проведении сварочных и газопламенных работ».